

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **02-022857**

(43)Date of publication of application : **25.01.1990**

(51)Int.Cl.

**H01L 27/06**  
**H01L 21/331**  
**H01L 29/73**

(21)Application number : **63-173220**

(71)Applicant : **NEC CORP**

(22)Date of filing : **11.07.1988**

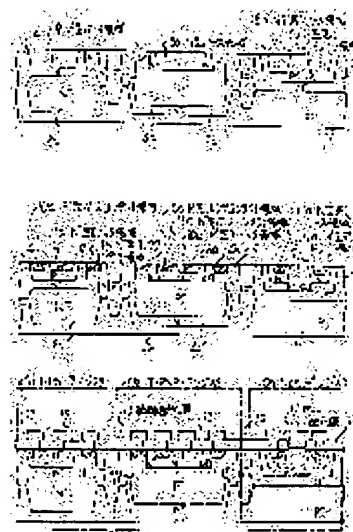
(72)Inventor : **NOGUCHI YASUO**

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enhance a high-frequency characteristic by a method wherein an N-type base region is formed newly inside an N- type epitaxial layer and N-type source and drain regions whose concentration is lower than that of N+ type source and drain regions are formed simultaneously so as to include the N+ source and drain regions at their inside.

**CONSTITUTION:** In a Bi-MOS integrated circuit device, a high-concentration N-type base region 8a is formed in a T-PNP transistor Q2. During the same process as this, first N-type source and drain regions 8b whose concentration is lower than that of N+ type source and drain regions of an N-ch transistor Q3 and which are deeper than these regions are formed at their outside so as to include the regions at their inside. When a P-channel transistor Qa exists, its N-type well region is formed simultaneously in the same manner by utilizing a formation process of the N-type base region 8a; accordingly, it is possible to relax a concentration gradient at a junction face between a well region and source and drain regions in a MOS transistor. Accordingly, it is possible to realize the high breakdown strength of an N-channel transistor and a P-channel transistor. At the same time, it is possible to improve the punchthrough breakdown strength, a current characteristic of a grounded-emitter current amplification factor (hFE) and a frequency characteristic of the T-PNP transistor.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-22857

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)1月25日

H 01 L 27/06  
21/331  
29/737735-5F  
8526-5FH 01 L 27/06  
29/72

3 2 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑮ 特 願 昭63-173220

⑯ 出 願 昭63(1988)7月11日

⑰ 発 明 者 野 口 靖 夫 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
 ⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号  
 ⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

## 明 細 書

発明の名称

半導体装置の製造方法

特許請求の範囲

P型シリコン基板上のN<sup>-</sup>型エピタキシャル層に埋込層を含む三重拡散型PNPトランジスタとウェル領域を含むMOS型トランジスタとを互いに隣接して形成する半導体装置の製造方法において、前記三重拡散型PNPトランジスタのベースを形成する前記N<sup>-</sup>型エピタキシャル層内にN型ベース領域を新たに形成すると共に、前記N型ベース領域と同一工程で前記MOS型トランジスタのN型ウェル領域またはP型ウェル領域上のN<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域をそれぞれ内部に包み込む前記N<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域より低濃度のN型ソース、ドレイン領域を同時形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体装置の製造方法に関し、特にバイポーラ・トランジスタとMOSトランジスタとが同一基板上に形成されるBi-MOS集積回路装置の製造方法に関する。

(従来の技術)

高性能の縦型PNPトランジスタとして開発された三重拡散型PNPトランジスタ(以下T-PNPトランジスタという)は、縦形NPNTランジスタ(以下単にNPNTランジスタという)と相補性が良いのでアナログ・デジタル共存型のBi-MOS集積回路装置が開発され、実用化されている。

第3図は三重拡散型PNPトランジスタを含む従来のアナログ・デジタル共存型Bi-MOS集積回路装置の構造例を示す断面図である。ここで、Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>およびQ<sub>3</sub>はそれぞれNPNTランジスタ、T-PNPトランジスタおよびNチャネルMOSトランジスタ(以下単にNchトラン

ジスタという)で、Nchトランジスタ $Q_3$ によりデジタル部が構成される。この集積回路装置の構造はつぎの方法で製造される。まず、P<sup>-</sup>型シリコン基板1上にN<sup>+</sup>形埋込層2aおよび2bを選択的に形成した後、ついでP<sup>+</sup>埋込層3aおよび3bをそれぞれ選択形成し、更にN<sup>-</sup>型エピタキシャル層4を基板全面に成長させる。この際、P<sup>+</sup>形埋込層3aはN<sup>-</sup>型エピタキシャル層4への外方拡散を大きくしてフローティング領域とされる。つぎに、T-PNPトランジスタ $Q_2$ のP<sup>+</sup>型コレクタ領域5aおよびP<sup>+</sup>型絶縁分離領域5bをP<sup>+</sup>型埋込層3a及び3bとそれぞれ連続するように形成する。ついで、NPNTランジスタ $Q_1$ のN<sup>+</sup>型コレクタ領域6をN<sup>+</sup>型埋込層2aと連続するように形成した後、Nchトランジスタ $Q_3$ のP型ウェル領域7を形成する。つぎにNPNTランジスタ $Q_1$ のP型ベース領域9を形成した後、このNPNTランジスタ $Q_1$ のP<sup>+</sup>型ベース・コンタクト領域10aおよびT-PNPトランジスタ $Q_2$ のP<sup>+</sup>型エミッタ領域10b、

p<sup>+</sup>型コレクタ・コンタクト領域10cを一つの拡散工程で同時に形成する。ついで、NPNTランジスタ $Q_1$ のN<sup>+</sup>型エミッタ領域11a、N<sup>+</sup>型コレクタ・コンタクト領域11b、T-PNPトランジスタ $Q_2$ のN<sup>+</sup>型ベース・コンタクト領域11cおよびNchトランジスタ $Q_3$ のN<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域11dを同じく同時形成した後、Nchトランジスタ $Q_3$ のゲート酸化膜12を形成し、更に絶縁酸化膜13を開口してアルミ電極配線をそれぞれのトランジスタに設ければ完成する。

〔発明が解決しようとする課題〕

このように、上述した従来の製造方法は、Nchトランジスタ $Q_3$ のN<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域11dをNPNTランジスタ $Q_1$ のN<sup>+</sup>型エミッタ領域11a、N<sup>+</sup>型コレクタ・コンタクト領域11bおよびT-PNPトランジスタ $Q_2$ のN<sup>+</sup>型ベース・コンタクト領域11cと拡散工程を共通にして同時に高濃度で浅く形成するので、形成されるソース、ドレイン領域11dのP型ウェル

領域7との接合面の濃度勾配が急峻となり、ドレイン近傍における電界強度を強めてソース、ドレイン耐圧を低めるという欠点がある。

また、T-PNPトランジスタ $Q_2$ のベース領域を低濃度のN<sup>-</sup>型エピタキシャル層4で形成しているので、形成されるT-PNPトランジスタ $Q_2$ のパンチスルー耐圧が低く、且つエミッタ接地電流増幅率( $h_{FE}$ )の電流特性も悪いという不都合を生じている。すなわち、低電流領域においてはエミッタ接地電流増幅率( $h_{FE}$ )のリニアリティが悪く、高電流領域においては電流に対するエミッタ接地電流増幅率( $h_{FE}$ )の伸び、すなわち最大コレクタ電流( $I_{Cmax}$ )が小さいという好ましからざる問題点を生じており、更にまた、形成される素子の遮断周波数( $f_T$ )が小さく、高周波特性も悪いという種々の欠点を含んでいる。

本発明の目的は、上記の情況に鑑み、Bi-MOS構造におけるMOSトランジスタのソース、ドレイン耐圧および三重拡散型PNPトランジスタのパンチスルー耐圧、エミッタ接地電流増

幅率、遮断周波数等の高周波特性を改善することのできる半導体装置の製造方法を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明によれば、P型シリコン基板上のN<sup>-</sup>型エピタキシャル層に埋込層を含む三重拡散型PNPトランジスタとウェル領域を含むMOS型トランジスタとを互いに隣接して形成する半導体装置の製造方法は、前記三重拡散型PNPトランジスタのベースを形成する前記N<sup>-</sup>型エピタキシャル層内にN型ベース領域を新たに形成すると共に、前記N型ベース領域と同一工程で前記MOS型トランジスタのN型ウェル領域またはP型ウェル領域上のN<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域をそれぞれ内部に包み込む前記N<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域より低濃度のN型ソース、ドレイン領域を同時形成することを含んで構成される。

〔実施例〕

以下図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第1図(a)～(e)は本発明の一実施例を示

す三重拡散型PNPトランジスタを含むBi-MOS集積回路装置の製造工程図である。本実施例によれば、まず第1図(a)に示すように、比抵抗 $1 \sim 100 \Omega \cdot \text{cm}$ の $P^-$ 型シリコン基板1に例えばヒ素(As)あるいはアンチモン(Sb)のドーパにより $10 \sim 40 \Omega/\square$ の $N^+$ 型埋込層2aおよび2bをそれぞれ選択形成した後、例えば、ボロン(B)のドーパにより $200 \sim 500 \Omega/\square$ の $P^+$ 型埋込層3aおよび3bをそれぞれ形成し、その後比抵抗 $0.5 \sim 2 \Omega \cdot \text{cm}$ の低濃度 $N^-$ 型エピタキシャル層4を基板全面に成長させる。ここで、 $P^+$ 型埋込層3aは $N^+$ 型埋込層2b内に形成し、且つ $N^-$ 型エピタキシャル層4への外方拡散を大きくしてフローティング領域とする。つぎに第1図(b)に示すように、 $P^+$ 型埋込層3aの端部および $P^+$ 型埋込層3b上に例えばボロン(B)をそれぞれドーパして、 $5 \sim 50 \Omega/\square$ の $T-PNP$ トランジスタ $Q_2$ の $P^+$ 型コレクタ領域5aおよび $P^+$ 型絶縁分離領域5bをそれぞれ $P^+$ 型埋込層3aおよび3bと連続するよう

に形成し、ひき続き $NPNT$ トランジスタ $Q_1$ の $N^+$ 型コレクタ領域6を $N^+$ 型埋込層2aと連続するように、例えばリン(P)のドーパにより $5 \sim 50 \Omega/\square$ で形成すると共に、 $Nch$ トランジスタ $Q_3$ の $P$ 型ウェル領域7を、例えばボロン(B)ドーパにより $3 \sim 5 k\Omega/\square$ で形成する。ここで、第1図(c)に示すように、 $P$ 型ウェル領域7内に $Nch$ トランジスタ $Q_3$ の $N$ 型第1ソース、ドレイン領域8bを $T-PNP$ トランジスタ $Q_2$ の $N$ 型ベース領域8aと同時にそれぞれ形成する。この領域8a、8bは、例えば、リン(P)ドーパにより $1 \sim 3 k\Omega/\square$ に形成される。ついで、 $NPNT$ トランジスタ $Q_1$ の $P$ 形ベース領域9を、例えば、ボロン(B)のドーパにより $1 \sim 3 k\Omega/\square$ で形成する。つぎに第1図(d)に示すように、 $T-PNP$ トランジスタ $Q_2$ の $N$ 型ベース領域8aおよび $P^+$ 型コレクタ領域5a内の $P^+$ 型エミッタ領域10bおよび $P^+$ 型コレクタ・コンタクト領域10cと $NPNT$ トランジスタ $Q_1$ の $P$ 型ベース領域9内の $P^+$ 型

ベース・コンタクト領域10aを、例えば、ボロン(B)ドーパにより $3 \sim 7 \Omega/\square$ でそれぞれ同時に形成し、ついで、 $NPNT$ トランジスタ $Q_1$ の $P$ 型ベース領域9および $N^+$ 型コレクタ領域6内の $N^+$ 型エミッタ領域11aおよび $N^+$ 型コレクタ・コンタクト領域11bと $T-PNP$ トランジスタ $Q_2$ の $N$ 型ベース領域8aおよび $Nch$ トランジスタ $Q_3$ の $N$ 型第1ソース、ドレイン領域8b内の $N^+$ 型ベース・コンタクト領域11cおよび $N^+$ 型第2ソース、ドレイン領域11dを、例えば、リン(P)ドーパにより $3 \sim 7 \Omega/\square$ でそれぞれ同時形成する。あとは $Nch$ トランジスタ $Q_3$ ゲート酸化膜12を $500 \sim 800 \text{\AA}$ の膜厚に形成し、絶縁酸化膜13を開口してそれぞれの電極配線を設ければ、第1図(e)に示す如き $NPNT$ トランジスタ $Q_1$ 、 $T-PNP$ トランジスタ $Q_2$ および $Nch$ トランジスタ $Q_3$ を含むBi-MOS構造の集積回路装置を得る。

本実施例によれば、 $Nch$ トランジスタのソース、ドレイン領域は2つの異なる濃度の2層構造

とされ、 $P$ 型ウェルとの境界面には比較的濃度の薄い $N$ 型層が介在せしめられるので、ウェル領域とソース、ドレイン領域との接合面の濃度勾配は従来構造のものより緩和される。

第2図は本発明の他の実施例によって構造されたBi-MOS集積回路装置の断面図である。本実施例によれば、 $Pch$ トランジスタ $Q_4$ が $T-PNP$ トランジスタ $Q_2$ および $Nch$ トランジスタ $Q_3$ と共に形成される場合が示され、 $N$ 型ウェル領域18cと $Nch$ トランジスタ $Q_3$ の $N$ 型第1ソース、ドレイン領域8bとがそれぞれ $T-PNP$ トランジスタ $Q_2$ の $N$ 型ベース領域8aの形成工程で同時に形成される。すなわち、本実施例によれば、比較的高濃度の $N$ 型ウェル領域8cを備えた $Pch$ トランジスタ $Q_4$ を形成することができる。従って、 $P^+$ 型ソース、ドレイン領域10dを $T-PNP$ トランジスタ $Q_2$ の $P^+$ 型エミッタ領域10b、 $P^+$ 型コレクタ・コンタクト領域10cおよび $NPNT$ トランジスタ $Q_1$ (図示しない)の $P^+$ 型ベース・コンタクト領域10a

と同時に形成したとしても、Pchトランジスタ $Q_4$ におけるN型ウェル領域8cとP<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域10dとの接合面の濃度勾配は従来構造のものより緩和される。本実施例によると工程を何んら増やすことなくPchトランジスタを形成できるので、きわめて容易にCMOS集積回路装置を得ることが可能である。また、このPchトランジスタは、濃度バラツキの大きいN<sup>-</sup>形エピタキシャル層内に、例えば、リン(P)のイオン注入により形成された濃度バラツキの小さいN型ウェル領域を有しているので、しきい値電圧のコントロール性が良好であるという利点を有する。

#### 〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように、本発明によれば、Bi-MOS集積回路装置は、T-PNPトランジスタに比較的高濃度のN型ベース領域を形成する工程を有し、また、これと同じ工程でNchトランジスタのN<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域を内に包むように、その外側にこれよりも低濃度でかつ

深いN型第1ソース、ドレイン領域を形成しており、また、Pchトランジスタが存在する場合は、このN型ウェル領域を同じようにこのN型ベース領域の形成工程を利用して同時形成するので、MOSトランジスタにおけるウェル領域とソース、ドレイン領域との接合面の濃度勾配を緩和することができる。従って、NchおよびPchの各トランジスタの高耐圧化を図ることができ、同時にT-PNPトランジスタのパンチスルー耐圧、エミッタ接地電流増幅率( $h_{FE}$ )の電流特性および周波数特性の改善を達成せしめる等の顕著なる効果を奏し得る。

すなわち、まず、MOSトランジスタにおいては、ソース、ドレイン領域とウェル領域との接合における濃度勾配が従来よりも緩やかになり、ドレイン近傍での電界強度が緩和されるので、ソース、ドレイン耐圧を高くすることが可能となる。つぎに、T-PNPトランジスタにおいては、ベース・コレクタ接合でのベース側への空乏層の伸びが抑えられるためにパンチスルー耐圧が高く

なり、また、エミッタ・ベース接合における空乏層が従来よりも減少し、空乏層内の再接合電流が減少するので、エミッタ接地電流増幅率( $h_{FE}$ )の利ニアリティが上昇する。また、エミッタ領域直下のベース領域が高濃度になりウェブスター(Webster)効果の影響が緩和されるので、最大コレクタ電流( $I_{Cmax}$ )が上昇する。更にまた、新たに設けたN型ベース領域は不純物濃度勾配を有し、これがエミッタから注入される正孔に対して加速電界となるよう作用すること、および同じパンチスルー耐圧を保証する場合であればエピタキシャル層を薄くすることができベース幅が小さくなることから、遮断周波数( $f_T$ )が大きくなる。すなわち、高周波特性が格段に向上することとなる。

#### 図面の簡単な説明

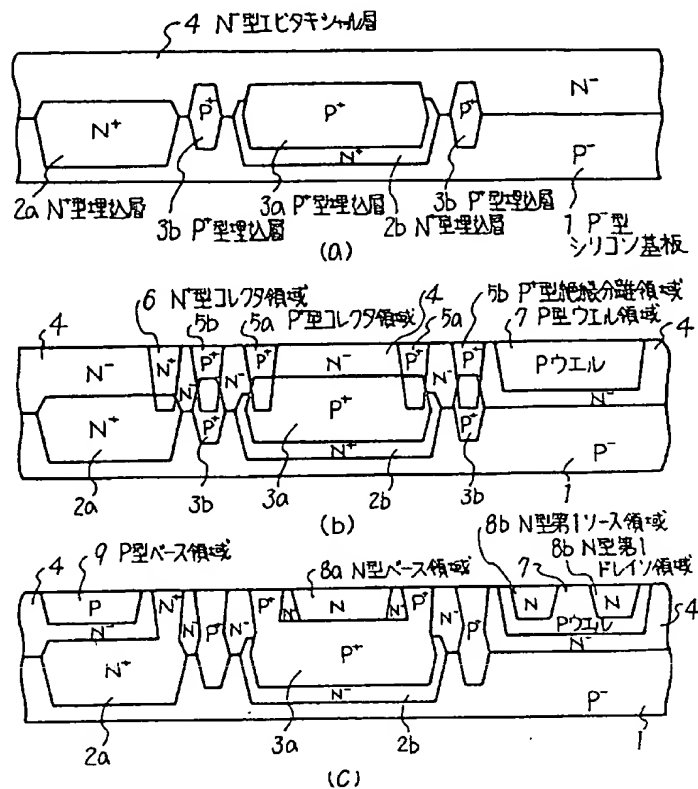
第1図(a)～(e)は本発明の一実施例を示す三重拡散型PNPトランジスタを含むBi-MOS集積回路装置の製造工程図、第2図は本発

明の他の実施例によって製造されたBi-MOS集積回路装置の断面図、第3図は三重拡散型PNPトランジスタを含む従来のアナログ・デジ共存型Bi-MOS集積回路装置の断面図である。

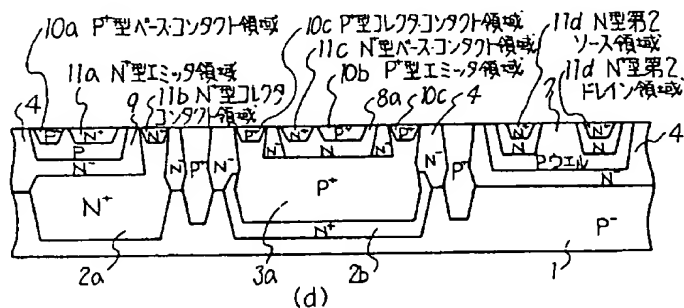
1…P<sup>-</sup>型シリコン基板、2a、2b…N<sup>+</sup>型埋込層、3a、3b…P<sup>+</sup>型埋込層、4…N<sup>-</sup>形エピタキシャル層、5a…P<sup>+</sup>型コレクタ領域、5b…P<sup>+</sup>型絶縁分離領域、6…N<sup>+</sup>型コレクタ領域、7…P型ウェル領域、8a…N型ベース領域、8b…N型第1ソース、ドレイン領域、8c…N型ウェル領域、9…P型ベース領域、10a…P<sup>+</sup>型ベース・コンタクト領域、10b…P<sup>+</sup>型エミッタ領域、10c…P<sup>+</sup>型コレクタ・コンタクト領域、10d…P<sup>+</sup>型ソース、ドレイン領域、11a…N<sup>+</sup>型エミッタ領域、11b…N<sup>+</sup>型コレクタ・コンタクト領域、11c…N<sup>+</sup>型ベース・コンタクト領域、11d…N<sup>+</sup>型第2ソース、ドレイン領域、12…ゲート酸化膜、13…絶縁酸化膜、Q<sub>1</sub>…NPNトランジスタ、Q<sub>2</sub>…T-PNPトランジスタ、Q<sub>3</sub>…Nchトランジ

スタ、Q<sub>4</sub>…Pchトランジスタ。

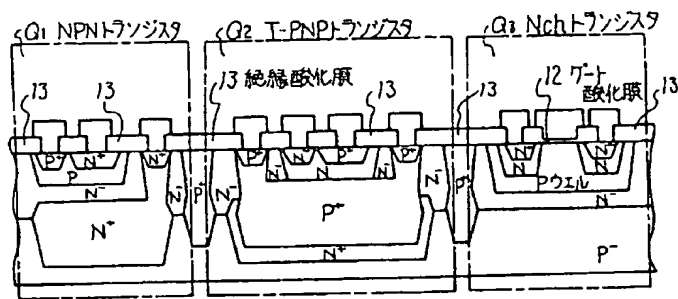
代理人 弁理士 内 原 晋



第 1 図

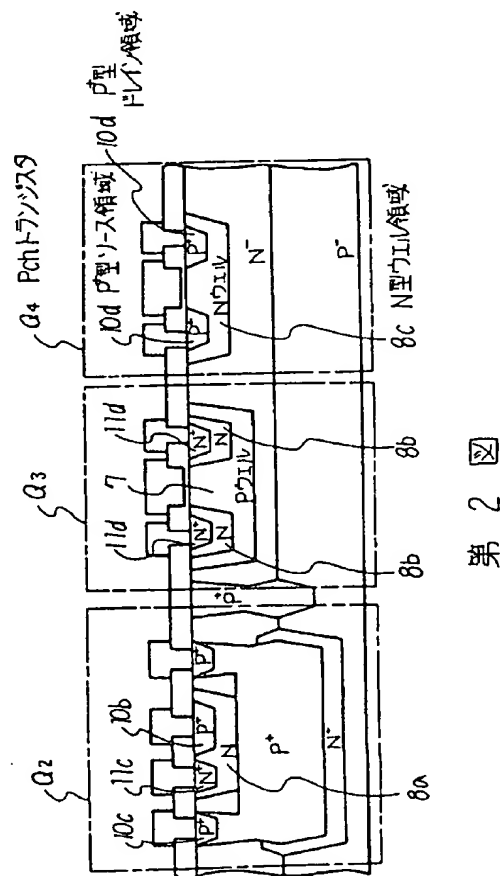


(d)

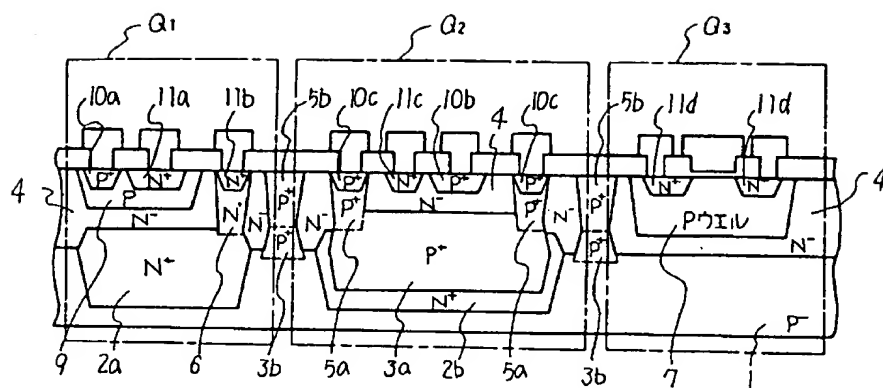


(e)

第 1 図



第 2 図



第 3 図